

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 34 606.2

Anmeldetag: 30. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs

IPC: B 60 K, B 60 T, B 62 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Dzierzo.", is placed next to a stylized, handwritten signature of the date and location.

23.07.2002 Ms

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs

Stand der Technik



15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs nach den Merkmalen der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche.

20 Aus der DE 100 50 173 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug bekannt. Bei dem Fahrzeug handelt es sich um ein Allradfahrzeug und mit der Differentialsperrenfunktion wird eine zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkende Längssperre realisiert. Mit diesem Verfahren wird bei Durchdrehneigung wenigstens eines angetriebenen Rades mit Hilfe von fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffen an wenigstens einem Mittel zur Beeinflussung des Radmoments die Funktion der Differentialsperre realisiert. Dabei wird zur Durchführung der fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffe wenigstens ein Sollwert für ein einzustellendes Radmoment vorgegeben.

25

30 Die Merkmale der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche gehen aus der DE 100 50 173 A1 hervor.

35 Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeugs, bei dem in Reaktion auf wenigstens ein zum Durchdrehen neigendes Rad

- eine Rücknahme des Motormoments sowie fahrerunabhängige Bremseingriffe aktiviert werden können und
- bei dem wenigstens an diesem zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Bremseingriff erfolgt.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass

- eine Rücknahme des Motormoments erst dann erfolgt, wenn der fahrerunabhängige Bremseneingriff zu keiner Stabilisierung des Fahrzeugs geführt hat.

Dadurch wird sichergestellt, dass die Reduktion des Motormoments erst dann erfolgt, nachdem die durch Bremseingriffe möglichen Stabilisierungsversuche der Räder nicht allein zum Ziel führen. Unter dem Begriff der Stabilisierung des Fahrzeugs wird dabei verstanden, dass das Durchdrehen der Räder bzw. die Durchdrehneigung reduziert bzw. insbesondere beendet ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der Bremseingriff an beiden Rädern einer angetriebenen Achse mit gleicher Intensität erfolgt. Dadurch wird die Erzeugung eines Giermoments um die Hochachse des Fahrzeugs vermieden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet,

- dass es sich bei dem Fahrzeug um ein allradgetriebenes Fahrzeug handelt und
- dass während des erwähnten Bremseingriffs kein Bremseingriff an den Rädern der anderen angetriebenen Achse erfolgt.

Dadurch können die Räder derjenigen Achse, welche keinen übermäßig großen Schlupf aufweisen, von den Bremseingriffen ausgenommen werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet,

- dass die Rücknahme des Motormoments dann erfolgt, wenn die Differenz zwischen einer aus den Raddrehzahlen der gebremsten Räder ermittelten Größe und einem Sollwert für diese Größe einen vorgebbaren ersten Schwellenwert, welcher von Null verschieden ist, überschreitet.

Die Raddrehzahlen stehen in modernen Fahrzeugen als ermittelte Größen bereits zur Verfügung. Deshalb ist durch diese Ausgestaltung keine zusätzliche Fahrzeugsensorik notwendig.

10

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung, dadurch gekennzeichnet,

- dass ein vorliegender Rücknahmevergang des Motormoments dann beendet wird, wenn die Differenz zwischen einer aus den Raddrehzahlen der gebremsten Räder ermittelten Größe und einem Sollwert für diese Größe einen vorgebbaren zweiten Schwellenwert, welcher von Null verschieden ist, unterschreitet.

Dadurch ist die Möglichkeit einer Hysterese-Eigenschaft bzgl. der Rücknahme des Motormoments gegeben.

Diese Hysterese-Eigenschaft liegt dann vor, wenn der zweite Schwellenwert kleiner als der erste Schwellenwert ist. Durch die Hysterese-Eigenschaft werden Schwingungen durch Anregeln vermieden.

25

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet,

- dass es sich bei der aus den Raddrehzahlen der gebremsten Räder ermittelten Größe um den Ist-Wert der Kardangeschwindigkeit, insbesondere um den Mittelwert bzw. gewichtete Werte der Radgeschwindigkeiten der (beiden) gebremsten Räder handelt, und
- dass es sich bei dem Sollwert für diese Größe um die Soll-Kardangeschwindigkeit handelt.

30

Diese Größen stehen beispielsweise in einer Antriebsschlupfregelung zur Verfügung. Hier wie in dem gesamten Dokument

35

5

sei dabei der Begriff der „Radgeschwindigkeit“ in einem weiten Sinne zu verstehen. Dabei sei ausdrücklich auch eine die Raddrehzahl beschreibende oder kennzeichnende Größe oder beispielsweise die Umfangsgeschwindigkeit des Rades mit eingeschlossen.

10

Vorteilhafterweise wird das Verfahren zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion in Längsrichtung verwendet. Damit bietet sich die Möglichkeit der Realisierung einer Differentialsperrenfunktion in einer unaufwendigen und robusten Art. Dies drückt sich beispielsweise dadurch aus, dass die Differentialsperrenfunktion ohne zusätzliche Mechanik realisiert werden kann.

15

Die Erfindung umfasst außerdem eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs in Reaktion auf wenigstens ein zum Durchdrehen neigendes Rad,

20

- welche Rücknahmemittel zur Rücknahme des Motormoments sowie Bremsmittel zur Durchführung fahrerunabhängiger Bremseingriffe enthält,

- mit denen wenigstens an diesem zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Bremseingriff erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass

25

- eine Rücknahme des Motormoments in den Rücknahmemitteln erst dann erfolgt, wenn der fahrerunabhängige Bremseneingriff durch die Bremsmittel zu keiner Stabilisierung des Fahrzeugs geführt hat.

30

Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 5.

35

Fig. 1 zeigt die Abhängigkeit des gewünschten Sollschlupfes von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit v_f

Fig. 2 zeigt in einem Diagramm die Zuordnung von Kardangeschwindigkeit sowie Raddrehzahlen zum System aus Motor, Differential und Rädern.

5 Fig. 3 zeigt die Ausnutzung der Hystereseeigenschaft für den Kardanregler.

Fig. 4 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

10 Fig. 5 zeigt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Ausführungsbeispiele

15 Durch ein Differential (= Ausgleichsgetriebe) wird das Antriebsmoment des Motors gleichmäßig auf die beiden Räder einer Achse verteilt. Dies hat sowohl Vor- als auch Nachteile:

20 Vorteil: Beim Beschleunigen (auch auf einseitig glatter Fahrbahn) entsteht kein wesentliches auf das Fahrzeug wirkendes Giermoment. Dies ist dadurch begründet, dass das geringe auf der glatten Fahrbahnseite an die Straße abgabare Antriebsmoment auch auf der griffigen Straßenseite an die Straße abgegeben wird.

25 Nachteil: Die auf das Fahrzeug wirkende Vortriebskraft wird durch das Rad mit der kleineren Haftreibungszahl bestimmt.

30 Eine Abhilfe dafür besteht in der Verwendung von (mechanischen) Sperrdifferentialen. Diese verhindern das Durchdrehen eines Rades durch Umlenken des überschüssigen (dort nicht an die Straße absetzbaren) Antriebsmoments auf das Rad mit dem höheren Kraftschlußpotential. Allerdings tritt dafür nun möglicherweise ein auf das Fahrzeug wirkendes Giermoment auf.

Durch einen fahrerunabhängigen Abbremsvorgang des durchdrehenden Rades wird die Funktion einer Differentialsperre auf elektronischem Wege realisiert.

5 Bei allradgetriebenen Fahrzeugen ist zudem ein Längsdifferential zur Verteilung des Motormoments zwischen Vorder- und Hinterachse vorhanden. Dabei erfolgt eine gewichtete Momentenverteilung auf die Antriebsachsen.

10 Optimale Traktion ist bei Allradfahrzeugen nur möglich, wenn das Antriebsmoment erst nach vollständiger Ausschöpfung des Reibwerts an beiden Achsen reduziert wird. Deshalb sollten zur Erzielung von optimaler Traktion zwei Maßnahmen getroffen werden:

15

- Durch eine Längssperre wird das auf die Straße wirkende Antriebsmoment durch Bremseingriffe bei Bedarf so reduziert, dass die Räder weiter stabil bleiben.
- Der Motorregler reduziert das Antriebsmoment nicht oder erst dann, wenn es unbedingt erforderlich ist, d.h. die Antriebsmomentenreduzierung erfolgt erst nach Ausschöpfung des gesamten Potentials an beiden Achsen.

20

25 Speziell für Fahrzeuge mit beliebiger konstruktiv vorgegebener Momentenverteilung wird so an jeder Achse das maximal mögliche Moment auf die Straße übertragen.

30 Es bietet sich zugleich ein, eine Temperaturüberwachung der Bremsen zum Schutz vor Überhitzung zu integrieren. Diese Temperaturüberwachung kann auch mittels eines in einem Steuergerät integrierten Temperaturmodells erfolgen.

35 Das Längsdifferential sorgt für die Verteilung der Antriebsmomente auf die Vorderachse und die Hinterachse des Fahrzeugs. Häufig ist eine unsymmetrische Verteilung der Antriebsmomente auf die Vorderachse und die Hinterachse des

Fahrzeugs erwünscht. Eine typische Verteilung des Antriebsmomente ist beispielsweise

- 40% des Motormoments stehen an der Vorderachse zur Verfügung und
- 60% des Motormoments stehen an der Hinterachse zur Verfügung.

Diese ungleiche Verteilung ist deshalb sinnvoll, da beim Beschleunigungsvorgang auf die Hinterräder die größeren Radaufstands Kräfte wirken.

Allerdings kann auch diese Verteilung zu Nachteilen bei einem Anfahrvorgang auf einer Fläche mit niedrigem Reibwert („low- μ “). Auf einer low- μ -Fahrbahn ist nur eine geringe Längsbeschleunigung zu erzielen. Deshalb ist die Differenz zwischen den Radaufstands Kräften der Vorderachse und der Hinterachse nur gering. Dies führt dazu, dass die 40% des Motormoments über die Vorderräder nicht voll an die Straße abgabbar sind (da die Begrenzung über die 60% des Motormoments der Hinterräder erfolgt). Das hängt damit zusammen, dass die Radlast der Hinterräder meist deutlich kleiner als die Radlast der Vorderräder ist, da der Motor in Personenkraftwagen meistens vorne eingebaut ist. Deshalb erreichen die Hinterräder die kritische Schlupfgrenze früher als die Vorderräder.

Als nächstes werde eine Fahrbahnbeschaffenheit betrachtet, welche an den Hinterrädern einen niedrigen Reibwert und an den Vorderrädern einen hohen Reibwert aufweise. Beim Beschleunigungsvorgang auf dieser Fahrbahn wird durch den ASR-Regler ein Bremsmoment an den Hinterrädern vorgegeben. Dies führt dazu, dass die Vorderräder in die Lage versetzt werden, die Ihnen zugeteilten 40% des Motormoments an die Straße abzusetzen und damit das Fahrzeug zu beschleunigen. Das an den Hinterrädern anliegende Bremsmoment wirkt genauso wie ein an die Straße abgegebenes Beschleunigungsmoment: Beide

wirken bremsend auf das Rad. Das Längsdifferential kann deshalb nicht unterscheiden, ob das bremsende Moment an den Hinterräder

- von der Bremse herrührt (und damit nicht beschleunigend auf das Fahrzeug wirkt) oder
- von der Fahrbahnoberfläche herrührt (und damit beschleunigend auf das Fahrzeug wirkt).

In beiden Fällen wird jedoch durch das Differential ein dem bremsenden Moment der Hinterräder entsprechendes Moment an die Vorderachse abgegeben und dieses Moment an den Vorrädern 10 führt zur Fahrzeugbeschleunigung.

Deshalb sieht die ASR-Logik im Anfahrbereich vor, dass das überschüssige Moment (welches nicht an die Straße abgabbar ist) an den Hinterrädern „weggebremst“ wird. Dabei ist unter dem Begriff „weggebremst“ zu verstehen, dass diese überschüssige Moment durch einen Bremseingriff abgefangen und in Wärmeenergie umgesetzt wird.

Neben dem Bremsvorgang sieht die ASR-Regelung noch eine 20 zweite Konsequenz vor: Die Verringerung (Rücknahme) des Motormoments. Die Verringerung des Motormoments führt zu einer Verringerung der Kardangeschwindigkeit. Dies ist in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Die ASR-Regelung beruht ganz wesentlich auf der Abhängigkeit des gewünschten Soll-Schlupfes μ_{soll} von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vf . In der allerersten Anfahrphase (vf ist noch sehr klein) wird dabei ein sehr großer Schlupfwert 25 (beispielsweise zwischen 70% und 80%) angestrebt, damit überhaupt wesentliche Raddrehzahlen erreicht werden. Dieser angesteuerte Sollschlupf wird mit zunehmender Geschwindigkeit reduziert und nimmt bei sehr großen Geschwindigkeiten 30 Werte in der Größenordnung von 3% an. Eine beispielhafte Kennlinie, welche den Zusammenhang zwischen Soll-Schlupf 35

μsoll von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit v_f vermittelt, ist in Fig. 1 dargestellt.

5 Die Einregelung des Rad-Sollschlupfes erfolgt durch eine Sollwertvorgabe für die Kardangeschwindigkeit (die Kardangeschwindigkeit ist die vom Motor abgegebene Abtriebsgeschwindigkeit (bzw. ein der Winkelgeschwindigkeit der Kardanwelle entsprechendes Maß).

10 Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei kennzeichnet Block 200 den Motor des Fahrzeugs, dieser gibt die Kardangeschwindigkeit v_{card} an ein Querdifferential 203 ab. Die Aufgabe des Querdifferential bestehen darin, v_{card} auf das linke Rad 201 und das rechte Rad 202 zu verteilen. Dabei dreht sich das linke Rad 201 mit der Geschwindigkeit v_L und das rechte Rad mit der Geschwindigkeit v_R .

15 20 Während bei einer Geradeausfahrt normalerweise $v_L = v_R$ gilt, ist dies bei einer Kurvenfahrt verschieden: dort müssen sich die kurvenäußersten Räder schneller drehen.

Für die Kardangeschwindigkeit v_{card} gilt jedoch stets:
 $v_{card} = (v_R + v_L) / 2$.

25 Über die Schlupfkurve (Fig. 2) wird für jedes der Räder eine Solldrehzahl (bzw. Sollumfangsgeschwindigkeit) v_R_{soll} (für das rechte Rad) und v_L_{soll} (für das linke Rad) vorgegeben. Die entspricht der Forderung nach einer Soll-Kardangeschwindigkeit

30 $v_{card_soll} = (v_R_{soll} + v_L_{soll}) / 2$.

Die vom Motor abgegebene Kardangeschwindigkeit sei zum momentanen Zeitpunkt jedoch

35 $v_{card_ist} = (v_R_{ist} + v_L_{ist}) / 2$.

vR_ist und vL_ist sind die vorliegenden momentanen Radgeschwindigkeiten des linken und rechten Rades.

5 Der Kerngedanke der Erfindung gesteht nun darin, eine Abweichung zwischen der Soll-Kardangeschwindigkeit vkard_soll und der Ist-Kardangeschwindigkeit vkard_ist zuzulassen, ohne dass eine Reduktion des Motormoments Mmot (und damit eine Verringerung der Ist-Kardangeschwindigkeit) erfolgt.

10 Die Differenz zwischen vkard_ist und vkard_soll wird mit $\Delta\text{vkard_ist}$ bezeichnet:

$$\Delta\text{vkard_ist} = \text{vkard_ist} - \text{vkard_soll}.$$

15 Damit diese Nicht-Rücknahme des Motormoments Mmot nicht zu einem Durchdrehen der Räder führt, werden zugleich die durchdrehenden Räder gebremst. Das Bremsvorgang erfolgt dabei symmetrisch bzgl. des linken und rechten Rades einer Achse, damit kein resultierendes Giermoment entsteht, welches das Fahrzeug um seine Hochachse drehen möchte.

20 Diese Nichtrücknahme des Motormoments erfolgt im ASR-Steuengerät dadurch, dass anstelle der Kardan-Regelabweichung $\Delta\text{vkard_ist}$ in dem im ASR-Steuengerät enthaltenen Kardanregler eine neue Größe $\Delta\text{vkard_res}$ als Regelabweichung betrachtet wird.

25 Der Zusammenhang zwischen $\Delta\text{vkard_res}$ und $\Delta\text{vkard_ist}$ ist in Fig. 3 dargestellt. Darin ist in Abszissenrichtung die Größe $\Delta\text{vkard_ist}$ aufgetragen, in Ordinatenrichtung ist die Größe $\Delta\text{vkard_res}$ aufgetragen.

30 Ein positiver Wert von $\Delta\text{vkard_ist}$ bedeutet, dass die Ist-Kardangeschwindigkeit (vkard_ist) größer als die Soll-Kardangeschwindigkeit (vkard_soll) ist. Eine Regelung auf

den Wert Δv_{kard_soll} würde nun den Wert Δv_{kard_ist} reduzieren und dies wäre mit einer Reduktion des Motormoments verbunden.

5 Durch die erfundungsgemäße Betrachtung der Größe Δv_{kard_res} wird eine voreilige Rücknahme des Motormoments unterbunden. Dies geschieht anhand von Fig. 3 in den folgenden Schritten:

1. Δv_{kard_ist} darf bis zu einem Wert Δv_{kard_start} anwachsen ohne dass Δv_{kard_res} einen von Null verschiedenen Wert annimmt. Dies ist in Fig. 3 durch die beiden Pfeile 301 gekennzeichnet. Da $\Delta v_{kard_res} = 0$ ist, folgt hier keine Rücknahme des Motormoments. In diesem Bereich erfolgen nur Bremseingriffe an den durchdrehenden Rädern. Dieser Bereich $0 < \Delta v_{kard_ist} < \Delta v_{kard_start}$ wird als „tote Zone“ bezeichnet.
- 10 2. Erst wenn Δv_{kard_ist} den Wert Δv_{kard_start} überschreitet, nimmt Δv_{kard_res} von Null verschiedene positive Werte an. Dies ist durch den mit dem Pfeil 302 gekennzeichneten Verlauf dargestellt. Neben den Bremseingriffen erfolgt jetzt eine mit dem Wert von Δv_{kard_res} zunehmende Reduktion des Motormoments. Dabei gilt beispielsweise $\Delta v_{kard_res} = \Delta v_{kard_ist} + \Delta v_{kard_start}$ (wenn der mit 302 gekennzeichnete Zweig von Fig. 3 eine Steigung von 45° aufweist).
- 15 20 25 3. Nachdem Δv_{kard_ist} seinen Maximalwert erreicht hat und wieder kleinere Werte annimmt, bleibt Δv_{kard_res} konstant. Der aufgetretene Maximalwert von Δv_{kard_res} wird mit Δv_{kard_wende} bezeichnet und abgespeichert. Dies ist durch Pfeil 303 angedeutet. Das Motormoment wird weiter reduziert, da Δv_{kard_res} größer als Null ist. Es ist zu beachten, dass Δv_{kard_wende} kein fest vorgegebener Wert ist, sondern Δv_{kard_wende} ist derjenige Wert, den

Δv_{kard_res} annimmt, wenn Δv_{kard_ist} sein Maximum erreicht.

4. Erst wenn Δv_{kard_ist} wieder auf einen Wert $\Delta v_{kard_wende} + \Delta v_{kard_stop}$ abgeklungen ist, wird der Wert von Δv_{kard_res} erneut wieder reduziert (Pfeil 304). Diese Reduktion erfolgt solange, bis Δv_{kard_ist} den Wert Δv_{kard_stop} wieder unterschreitet. Die Reduktion von Δv_{kard_res} erfolgt gemäß der Vorschrift $\Delta v_{kard_res} = \Delta v_{kard_ist} - \Delta v_{kard_stop}$.

10 Nimmt beispielsweise beim Durchlaufen von Schritt 3 (mit Pfeil 304 bezeichneter Hysterese-Zweig) der Wert von Δv_{kard_ist} plötzlich wieder zu, dann wird die momentan bestehende Regelabweichung Δv_{kard_res} solange eingefroren (bzw. in v_{kard_wende} gespeichert), bis

15 $\Delta v_{kard_ist} - \Delta v_{kard_start}$ einen größeren Wert als Δv_{kard_wende} erreicht.

20 Durch die beschriebene Hysterese-Schleife werden Schwingungen durch Anregeln an der Grenze der toten Zone verhindert. Diese Schwingungen könnten dann auftreten, wenn beispielsweise Δv_{kard_ist} nur kurzzeitig den Wert Δv_{kard_start} überschreitet.

25 Die tote Zone entfällt, sobald das Fahrzeug instabiles Verhalten aufweist.

Bei der Betrachtung von Fig. 4 wurde vorausgesetzt, dass die Zuwachsrate von Δv_{kard_res} und Δv_{kard_ist} während der durch die Pfeile 302 und 304 gekennzeichneten Phasen gleich sind. Das bedeutet, dass die schräg verlaufenden Linien (durch die Pfeile 302, 305 und 305 gekennzeichnet) in Fig. 3 jeweils eine Steigung von 45^0 aufweisen. Dies hat sich als vorteilhaft erwiesen, ist aber keinesfalls zwingend.

In Fig. 3 ist noch die mit dem Pfeil 305 gekennzeichnete strichlierte Linie enthalten. Diese kennzeichnet den Bereich $\Delta v_{kard_ist} < 0$. In diesem Bereich ist die Ist-Kardangeschwindigkeit (v_{kard_ist}) kleiner als die Soll-Kardangeschwindigkeit (v_{kard_soll}), d.h. das Motormoment ist zu gering. Da in diesem Bereich eine Erhöhung des Motormoments stattfinden soll, gilt für diesen Bereich $\Delta v_{kard_ist} = \Delta v_{kard_soll}$.

Der durch die Pfeile 301, 302, 303 und 304 gekennzeichnete erste Quadrant von Fig. 3 lässt sich in anschaulicher Weise auch folgendermaßen charakterisieren:

1. Immer wenn ein Zustand mit $\Delta v_{kard_ist} > 0$ vorliegt, wird ein symmetrischer Bremseingriff durchgeführt
2. Immer wenn ein Zustand $\Delta v_{kard_res} > 0$ vorliegt, wird das Motormoment zurückgenommen.

Durch die Hysterese und das verzögerte Einsetzen von Δv_{kard_res} entstehen damit Zustände (Pfeile 301), bei denen keine Reduktion des Motormoments erfolgt (= tote Zone).

Im folgenden wird das erfundungsgemäße Verfahren nochmals anhand eines Beispiels erläutert. Dazu wird ein Fahrzeug betrachtet, dessen ASR-Regler 40% des Motormoments an die Vorderachse und 60% des Motormoments an die Hinterachse lenkt.

Zudem befindet sich die Hinterachse auf einer low- μ -Fahrbahn.

1. Die Räder der Hinterachse drehen infolge fehlender Reibung durch.
2. Es wird ein zu großer Schlupf festgestellt, deshalb wird v_{kard_soll} reduziert. Damit ergibt sich $\Delta v_{kard_ist} = v_{kard_ist} - v_{kard_soll} > 0$. In Figur 3 folgt der Zustand den Pfeilen 301.
3. Zur Beseitigung des zu hohen Schlupfes erfolgen symmetrische Bremseingriffe an den Rädern der Hinterachse (Pfeile 301 in Fig. 3) und möglicherweise wird zusätzlich das Mo-

tormoment reduziert (Pfeile 302, 303 und 304). Diese Reduktion erfolgt erfindungsgemäß erst zu einem späteren Zeitpunkt (durch Verwendung einer toten Zone in Verbindung mit einer Hysterese). Diese Eingriffe erfolgen so lange, bis die Räder der Hinterachse im stabilen Schlupfbereich laufen. Der stabile Schlupfbereich wird aus der in Fig. 1 dargestellten Schlupf-Geschwindigkeitskurve ermittelt.

5 4. 40% des Motormoments werden an die Räder der Vorderachse abgegeben. Sollte im letzten Schritt eine Rücknahme des Motormoments erfolgt sein, dann liegen an den Vorderrädern 40% des reduzierten Motormoments an.

10 5. Aufgrund des an die Vorderräder abgegebenen Motormoments wird möglicherweise die Vorderachse instabil. Die weitere Regelung erfolgt deshalb an den Rädern der Vorderachse.

15 Der grundsätzliche Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 4 dargestellt. Dabei ist der links eingezeichnete Block 400 Teil eines Steuergerätes, beispielsweise eines ASR-Steuergerätes. Dieser Block enthält

- den Unterblock 401, welcher Rücknahmemittel zur Rücknahme des Motormoments enthält sowie
- den Unterblock 402, welcher Bremsmittel zur Durchführung fahrerunabhängiger Bremseingriffe enthält.

20 25 Die Ausgangssignale von Block 401 werden an das Motorsteuergerät 403 weitergeleitet, welches beispielsweise über die Drosselklappenstellung des Motormoment reduziert. Die Ausgangssignale von Block 402 werden an die Bremsaktuatoren 404 weitergeleitet.

30 Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 5 dargestellt. In Block 500 erfolgt der Start des Verfahrens. Anschließend wird in Block 501 festgestellt, ob wenigstens ein durchdrehendes oder zum Durchdrehen neigendes Rad vorliegt. Ist dies nicht der Fall, dann wird zu Block 500 zurückverzweigt. Ist dies der Fall, dann wird zu Block 502

weitergegangen. In Block 502 wird an dem wenigstens einen zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Brems-eingriff durchgeführt. Anschließend wird in Block 503 über-prüft, ob der fahrerunabhängige Bremseingriff zu einer Sta-bilisierung des Fahrzeugs geführt hat. Ist dies der Fall, 5 dann wird zu Block 500 zurückgegangen. Ist dies nicht der Fall, dann wird in Block 504 das Motormoment zurückgenommen.

Durch die beschriebene Erfindung erreicht man bei offenen 10 Mittendifferentialen eine sehr gute Verteilung der Antriebs-leistung zwischen Vorder- und Hinterachse. Dieser Effekt wird umso größer, je stärker die konstruktiv vorgegebene Verteilung der Antriebsmomente von der idealen reibwertab-hängigen Verteilung abweicht.

15 Das Hauptaugenmerk der Erfindung liegt auf der Traktionsver-besserung. Die Bremseneingriffe dienen auch der Stabilisie-rung des Fahrzeugs. Durch die tote Zone soll aber bewusst 20 erst die gesamte Antriebsleistung umverteilt werden, bevor die Antriebsleistung reduziert wird.

23.07.2002 Ms

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeugs, bei dem in Reaktion auf wenigstens ein zum Durchdrehen neigendes Rad

- eine Rücknahme des Motormoments (M_{mot}) sowie fahrerunabhängige Bremseingriffe aktiviert werden können und
- bei dem wenigstens an diesem zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Bremseingriff erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Rücknahme des Motormoments (M_{mot}) erst dann erfolgt, wenn der fahrerunabhängige Bremseneingriff zu keiner Stabilisierung des Fahrzeugs geführt hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremseingriff an beiden Rädern einer angetriebenen Achse mit gleicher Intensität erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass es sich bei dem Fahrzeug um ein allradgetriebenes Fahrzeug handelt und
- dass während des erwähnten Bremseingriffs kein Bremseingriff an den Rädern der anderen angetriebenen Achse erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Rücknahme des Motormoments (M_{mot}) dann erfolgt, wenn die Differenz zwischen einer aus den Raddrehzahlen

der gebremsten Räder ermittelten Größe ($vkard_ist$) und einem Sollwert für diese Größe ($vkard_soll$) einen vorgebbaren ersten Schwellenwert (\Deltavkard_start), welcher von Null verschieden ist, überschreitet.

5

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
 - dass ein vorliegender Rücknahmevergang des Motormoments dann beendet wird, wenn die Differenz zwischen einer aus den Raddrehzahlen der gebremsten Räder ermittelten Größe ($vkard_ist$) und einem Sollwert für diese Größe ($vkard_soll$) einen vorgebbaren zweiten Schwellenwert (\Deltavkard_stop), welcher von Null verschieden ist, unterschreitet.

10

- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Schwellenwert (\Deltavkard_stop) kleiner als der erste Schwellenwert (\Deltavkard_start) ist.

20

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet,
 - dass es sich bei der aus den Raddrehzahlen der gebremsten Räder ermittelten Größe ($vkard_ist$) um den Ist-Wert der Kardangeschwindigkeit, insbesondere um den Mittelwert der Radgeschwindigkeiten der gebremsten Räder, handelt und
 - dass es sich bei dem Sollwert für diese Größe ($vkard_soll$) um die Soll-Kardangeschwindigkeit handelt.

25

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion in Längsrichtung verwendet wird.

30

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter dem Begriff der Stabilisierung des Fahrzeugs die Be seitigung der Durchdrehneigung des wenigstens einen zum Durchdrehen neigenden Rades verstanden wird.

35

10. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs in Reaktion auf wenigstens ein zum Durchdrehen neigendes Rad,

- welche Rücknahmemittel zur Rücknahme des Motormoments (Mmot) sowie Bremsmittel zur Durchführung fahrerunabhängiger Bremseingriffe enthält,
- mit denen wenigstens an diesem zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Bremseingriff erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Rücknahme des Motormoments (Mmot) in den Rücknahmemitteln erst dann erfolgt, wenn der fahrerunabhängige Bremseneingriff durch die Bremsmittel zu keiner Stabilisierung des Fahrzeugs geführt hat.

5

10

23.07.2002 Ms

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs

Zusammenfassung

15

Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, das zur Stabilisierung eines Fahrzeugs, bei dem wenigstens ein zum Durchdrehen neigendes Rad vorliegt, dient. Dabei handelt es sich um ein Verfahren

20

- welches eine Rücknahme des Motormoments sowie fahrerunabhängige Bremseingriffe aktivieren kann und
- bei dem wenigstens an diesem zum Durchdrehen neigenden Rad ein fahrerunabhängiger Bremseingriff erfolgt,

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass

25

- eine Rücknahme des Motormoments erst dann erfolgt, wenn der fahrerunabhängige Bremseingriff zu keiner Stabilisierung des Fahrzeugs geführt hat.

(Fig. 3)

Fig. 1

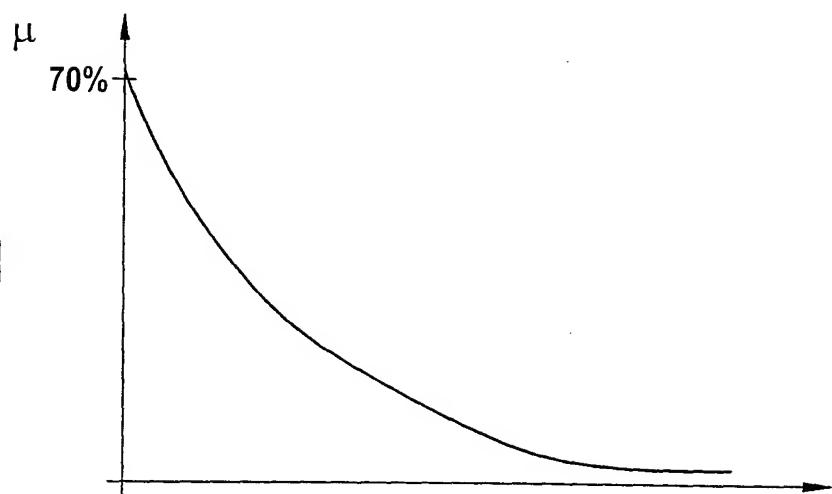
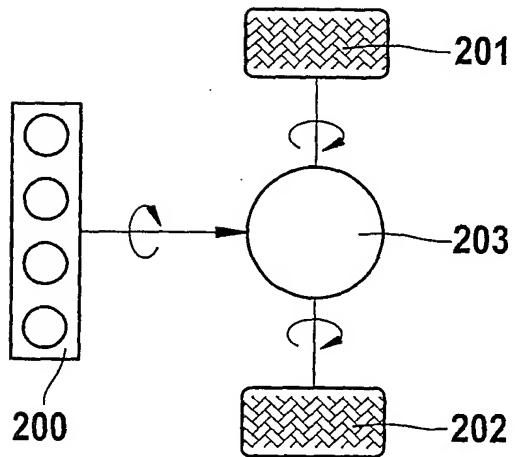


Fig. 2



Δ

Fig. 3

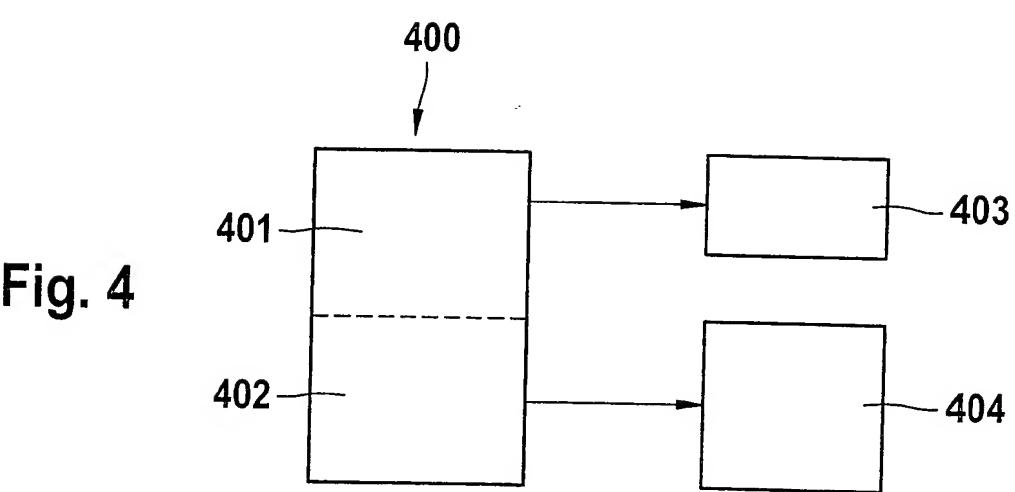
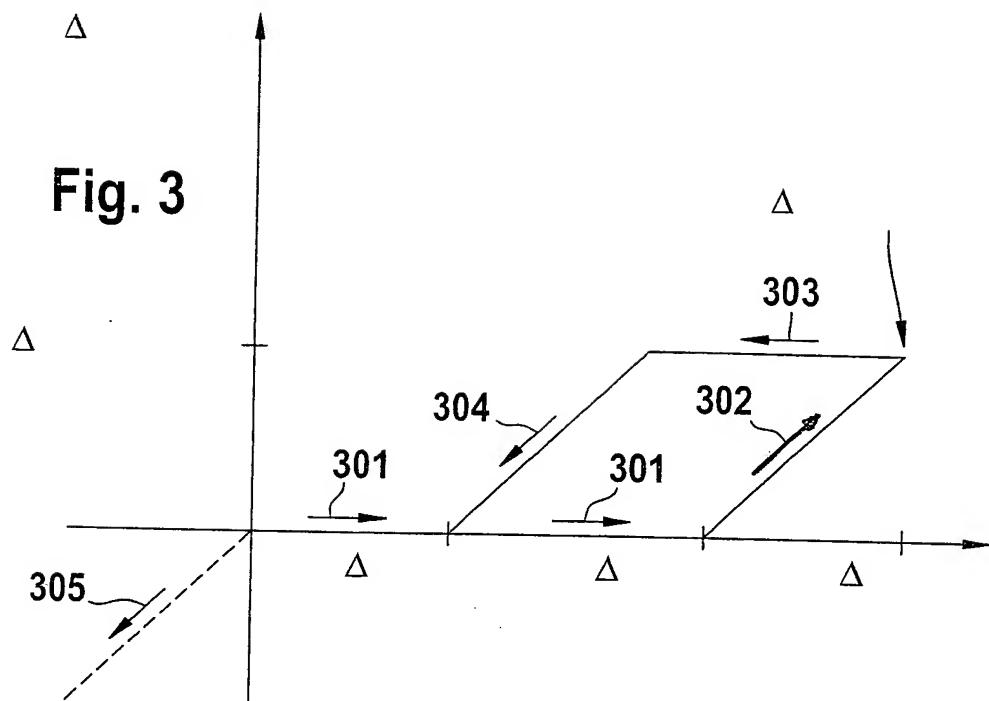


Fig. 4

Fig. 5

